

**PATENT APPLICATION**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the Application of

Makoto SUZUKI et al.

Application No.: 10/784,958

Filed: February 25, 2004

Docket No.: 118851

For: INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH A FUEL CELL IN AN EXHAUST SYSTEM

**CLAIM FOR PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

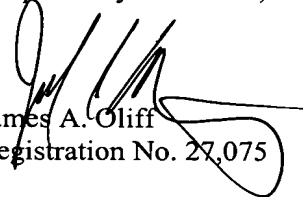
Japanese Patent Application No. 2003-142164 Filed May 20, 2003

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

  
James A. Oliff  
Registration No. 27,075

Joel S. Armstrong  
Registration No. 36,430

JAO:JSA/emt

Date: April 2, 2004

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
**P.O. Box 19928**  
**Alexandria, Virginia 22320**  
**Telephone: (703) 836-6400**

<p><b>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION</b> Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>
---



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    5 月 2 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 4 2 1 6 4  
Application Number:

[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 1 4 2 1 6 4 ]

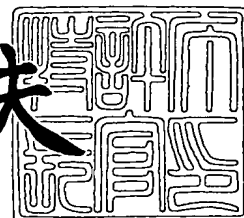
出      願      人                      トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 4 年    3 月    9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 8 4 2 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 02-06331Z

【提出日】 平成15年 5月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/06  
H01M 8/12

【発明の名称】 排気系に燃料電池を有する内燃機関

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 大羽 孝宏

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 鈴木 誠

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100100549

【弁理士】

【氏名又は名称】 川口 嘉之

【選任した代理人】

【識別番号】 100090516

【弁理士】

【氏名又は名称】 松倉 秀実

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100098268

【弁理士】

【氏名又は名称】 永田 豊

【連絡先】 0 3 - 3 6 6 9 - 6 5 7 1

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100085006

【弁理士】

【氏名又は名称】 世良 和信

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100089244

【弁理士】

【氏名又は名称】 遠山 勉

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 192372

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 排気系に燃料電池を有する内燃機関

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気通路に燃料極側が接続された燃料電池と、  
前記内燃機関よりも下流で且つ前記燃料電池よりも上流の排気通路内へ該燃料電池の発電用液状燃料を供給する燃料添加インジェクタと、  
前記燃料添加インジェクタによる燃料の供給量を制御する供給量制御装置と、  
前記燃料電池よりも下流の排気通路に備えられ排気通路を流通する排気と空気との間で熱交換を行う熱交換器と、  
前記熱交換器の空気が流通する側と前記内燃機関よりも下流で且つ前記燃料電池よりも上流の排気通路とを接続する空気供給通路と、  
前記空気供給通路に備えられ、前記熱交換器において熱交換が行われた空気を、前記熱交換器側から前記燃料電池よりも上流の排気通路側へ向けて送るポンプと、  
を備えたことを特徴とする排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 2】 内燃機関の排気通路に燃料極側が接続された燃料電池と、  
前記内燃機関よりも下流で且つ前記燃料電池よりも上流の排気通路内へ該燃料電池の発電用液状燃料を供給する燃料添加インジェクタと、  
前記燃料添加インジェクタによる燃料の供給量を制御する供給量制御装置と、  
前記燃料電池の上流側と下流側との排気通路を連通させる排気循環通路と、  
前記排気循環通路に備えられ、前記燃料電池よりも下流側の排気通路を流通する排気を、該排気循環通路を介して前記燃料電池よりも上流側へ向けて送るポンプと、  
を備えたことを特徴とする排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 3】 前記燃料添加インジェクタよりも下流で且つ前記燃料電池よりも上流の排気通路に酸化能を有する触媒を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、排気系に燃料電池を有する内燃機関に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

排気系に燃料電池を備え、燃料過多の状態では内燃機関を運転させて排出された未燃成分を該燃料電池の燃料極側に発電用燃料として供給する技術（例えば、特許文献1参照）が知られている。

**【0003】****【特許文献1】**

特開2002-175824号公報（第4-7頁、図1）

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

しかし、内燃機関の運転条件によっては、燃料過多の状態では運転することが困難な場合があり、そのような場合には、燃料電池に燃料を供給することができなくなる。また、このような場合に、燃料電池での発電を優先させて燃料過多の状態では内燃機関を運転させると、内燃機関の運転状態が悪化し、トルク変動やエミッションの悪化を誘発させてしまう。

**【0005】**

本発明は、上記したような問題に鑑みてなされたものであり、排気系に燃料電池を有する内燃機関において、内燃機関の運転条件によらず燃料電池に発電用燃料を供給することができる技術を提供することを目的とする。

**【0006】****【課題を解決するための手段】**

上記課題を達成するために本発明の排気系に燃料電池を有する内燃機関は、以下の手段を採用した。即ち、第1の発明は、

内燃機関の排気通路に燃料極側が接続された燃料電池と、

前記内燃機関よりも下流で且つ前記燃料電池よりも上流の排気通路内へ該燃料電池の発電用液状燃料を供給する燃料添加インジェクタと、

前記燃料添加インジェクタによる燃料の供給量を制御する供給量制御装置と、

前記燃料電池よりも下流の排気通路に備えられ排気通路を流通する排気と空気との間で熱交換を行う熱交換器と、

前記熱交換器の空気が流通する側と前記内燃機関よりも下流で且つ前記燃料電池よりも上流の排気通路とを接続する空気供給通路と、

前記空気供給通路に備えられ、前記熱交換器において熱交換が行われた空気を、前記熱交換器側から前記燃料電池よりも上流の排気通路側へ向けて送るポンプと、

を備えたことを特徴とする。

#### 【0007】

本発明の最大の特徴は、排気通路の途中に発電用燃料を供給する燃料添加インジェクタを備えたことにより、内燃機関の運転条件によらず燃料電池に発電用燃料を供給し、更に熱交換器により暖められた空気により燃料の蒸発を促進させる点にある。

#### 【0008】

このように構成された排気系に燃料電池を有する内燃機関では、燃料添加インジェクタを備えたことにより、内燃機関の運転状態によらず発電用燃料を燃料電池の燃料極側へ供給することが可能となる。また、供給量制御装置により発電用燃料の供給量が制御されるため、内燃機関の運転状態によらず、燃料電池に適正な量の発電用燃料を供給することが可能となる。一方、燃料電池での発電状態によらず内燃機関を運転させることが可能となる。また、排気の熱を熱交換器により回収することができ、この熱により温度上昇された空気を燃料電池の上流へ空気供給通路を介して送ることにより効率的な発電が可能となる。

#### 【0009】

上記課題を達成するために本発明の排気系に燃料電池を有する内燃機関は、以下の手段を採用した。即ち、第2の発明は、

内燃機関の排気通路に燃料極側が接続された燃料電池と、

前記内燃機関よりも下流で且つ前記燃料電池よりも上流の排気通路内へ該燃料電池の発電用液状燃料を供給する燃料添加インジェクタと、

前記燃料添加インジェクタによる燃料の供給量を制御する供給量制御装置と、

前記燃料電池の上流側と下流側との排気通路を連通させる排気循環通路と、  
前記排気循環通路に備えられ、前記燃料電池よりも下流側の排気通路を流通する排気を、該排気循環通路を介して前記燃料電池よりも上流側へ向けて送るポンプと、  
を備えたことを特徴とする。

#### 【0 0 1 0】

本発明の最大の特徴は、排気通路の途中に発電用燃料を供給する燃料添加インジェクタを備えたことにより、内燃機関の運転条件によらず燃料電池に発電用燃料を供給し、更に燃料電池から排出された排気を発電用燃料として該燃料電池に循環させる点にある。

#### 【0 0 1 1】

このように構成された排気系に燃料電池を有する内燃機関では、燃料添加インジェクタを備えたことにより、内燃機関の運転状態によらず発電用燃料を燃料電池の燃料極側へ供給することが可能となる。また、供給量制御装置により発電用燃料の供給量が制御されるため、内燃機関の運転状態によらず、燃料電池に適正な量の発電用燃料を供給することが可能となる。一方、燃料電池での発電状態によらず内燃機関を運転させることが可能となる。また、燃料電池からの排気を該燃料電池の上流へ排気循環通路を介して送ることにより、燃料電池からの排気の一部を発電用燃料として用いることができ、更には、排気の熱を利用した効率的な発電が可能となる。

#### 【0 0 1 2】

本発明においては、前記燃料添加インジェクタよりも下流で且つ前記燃料電池よりも上流の排気通路に酸化能を有する触媒を備えることができる。

#### 【0 0 1 3】

この触媒により、内燃機関からの未燃燃料及び燃料添加インジェクタからの発電用燃料を酸化させ、そのときの反応熱により下流の燃料電池の温度を上昇させることが可能となる。従って、機関始動時等であって、排気の温度及び燃料電池の温度が低い場合であっても、速やかに発電を開始することが可能となる。また、触媒において酸素が反応し、排気中の酸素濃度が減少するので燃料電池の発電



量を向上させることが可能となる。更に、発電用燃料が改質され、燃料電池において燃料を容易に反応させることができるため、供給燃料に対する発電効率を向上させることが可能となる。

#### 【0014】

本発明においては、前記酸化能を有する触媒に、前記熱交換器により温度上昇された空気を供給するようにしても良い。酸化能を有する触媒は、該触媒を通過する排気中の酸素濃度が高いほど、酸化能力が高くなるため、該触媒の上流より酸素を供給することにより酸化能を高めることが可能となる。なお、燃料電池の空気極から放出される酸素を供給するようにしても良い。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

##### <第1の実施の形態>

以下、本発明に係る内燃機関の具体的な実施態様について図面に基づいて説明する。ここでは、本発明に係る内燃機関を車両駆動用のディーゼルエンジンに適用した場合を例に挙げて説明する。

#### 【0016】

図1は、本実施の形態によるエンジン1とその排気系の概略構成を示す図である。図1に示すエンジン1は、ディーゼルエンジンである。

#### 【0017】

エンジン1には、該エンジン1からの既燃ガスを大気中へ放出させるための排気通路2が接続されている。この排気通路2の途中には、燃料電池3が備えられている。この燃料電池3は、補機類4にバッテリー5を介して電氣的に接続されており、該補機類4に電力を供給する。なお、本実施の形態では、構造及び制御が簡素で、また燃料電池用の触媒を必要とせず、燃料電池内部で燃料の改質が可能な固体酸化物型燃料電池（Solid Oxide Fuel Cell：以下、S O F Cとする。）を採用した。

#### 【0018】

S O F C 3は、燃料極3a、電解質3b、空気極3cの三種類の酸化物電解質を備えて構成されている。

## 【0019】

S O F C 3 とエンジン 1 との間の排気通路 2 には、該排気通路 2 内へ発電用燃料（軽油）を供給する燃料添加インジェクタ 6 が備えられている。この発電用燃料は、エンジン 1 の燃料と同一のものが使用される。燃料添加インジェクタ 6 は、燃料を圧送する燃料ポンプ 7 と燃料供給通路 8 を介して接続されている。更に、燃料添加インジェクタ 6 には、後述する E C U 9 が電氣的に接続され、該 E C U 9 からの信号により作動して燃料添加制御が行われる。このようにして、排気通路 2 に導入された燃料は、S O F C 3 の発電用燃料として用いることができる。

## 【0020】

ここで、S O F C 3 に導入された発電用燃料は、燃料極 3 a 上で水蒸気と反応して水素 ( $H_2$ ) と一酸化炭素 ( $CO$ ) に改質される。このように、S O F C 3 では電池内で燃料の改質を行うことが可能である。一方、空気極 3 c には図示しないポンプを介して空気が供給される。空気極 3 c では、空気中の酸素が電解質 3 b との界面において解離して酸素イオン ( $O^{2-}$ ) となり、電解質 3 b 中を燃料極 3 a 側へ移動する。電解質 3 b と燃料極 3 a との界面に到達した酸素イオン ( $O^{2-}$ ) は、水素 ( $H_2$ ) 及び一酸化炭素 ( $CO$ ) と反応して、水 ( $H_2O$ ) 及び二酸化炭素 ( $CO_2$ ) を生成する。S O F C 3 による発電は、このときに放出された電子を取り出すことによりなされる。このようにして、燃料の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーへ変換するため、エネルギー変換による損失が少なく、高効率な発電が可能となる。このような発電は、例えば 700 乃至 1000℃ の温度下で行われる。

## 【0021】

S O F C 3 の下流の排気通路 2 には、熱交換器 20 が備えられている。また、熱交換器 20 の上流側と下流側とは、熱交換器 20 を迂回させて排気を流通させる迂回通路 21 の一端と他端が夫々接続されている。熱交換器 20 の下流側で迂回通路 21 が排気通路 2 に接続される接続部には、迂回通路 21 若しくは熱交換器 20 の何れかを選択して排気を流通させる三方弁 22 が備えられている。この熱交換器 20 では、排気と空気との間で熱交換が行われる。

**【0022】**

また、熱交換器 20 には、空気供給通路 23 の一端が接続されている。空気供給通路 23 の他端は、エンジン 1 と燃料添加インジェクタ 6 との間の排気通路 2 に接続されている。また、熱交換器 20 には、図示しない空気取入口が設けられており、該空気取入口を介して熱交換器 20 に空気が導入される。空気供給通路 23 の途中には、熱交換器 20 側から S O F C 3 上流の排気通路 2 側へ向けて空気を所定の圧力で吐出する空気ポンプ 24 が備えられている。尚、本実施の形態においては、空気供給通路 23 の他端は、燃料添加インジェクタ 6 よりも下流の排気通路 2 へ接続しても良い。つまり、空気の供給により、燃料が付着し得る箇所の温度を上昇させることができれば良い。

**【0023】**

ここで、S O F C 3 の作動温度は高く、燃料極 3 a 側からは高い温度のガスが排出される。従って、S O F C 3 が発電を行っている間は、例えエンジン 1 から排出される排気の温度が低い場合であっても、S O F C 3 において排気の温度が上昇されるので、S O F C 3 よりも下流の排気の温度は高くなる。本実施の形態では、この温度の高い排気と空気との間で熱交換を行い、それにより温度が上昇した空気を燃料添加インジェクタ 6 よりも上流の排気通路 2 へ供給する。

**【0024】**

このような構成では、高温の排気が熱交換器 20 に導入されると、該熱交換器 20 にて空気の温度が上昇される。この温度が上昇した空気を空気ポンプ 24 により S O F C 3 上流の排気通路 2 に導入させる。これにより、該排気通路 2 の壁温や排気の温度を上昇させることができる。そして、該排気通路 2 の壁温や排気の温度を上昇させることにより燃料添加インジェクタ 6 から添加された燃料の蒸発を促進させることができる。

**【0025】**

S O F C よりも下流の排気通路 2 の途中には、排気の実燃比に対応した信号を出力する空燃比センサ 10 が取り付けられている。

**【0026】**

このようなエンジン 1 には、該エンジン 1 を制御するための電子制御ユニット

(ECU:Electronic Control Unit) 9が併設されている。このECU 9は、エンジン1の運転条件や運転者の要求に応じてエンジン1の運転状態を制御するユニットである。

#### 【0027】

ECU 9には、各種センサが電気配線を介して接続され、上記した各種センサの出力信号がECU 9に入力されるようになっている。また、ECU 9には、SOF C 3を制御するためのFC用ECU 11が接続されている。

#### 【0028】

前記SOF C 3は、FC用ECU 11からの信号により作動する。発電により得られた電力の一部は一旦バッテリー5に蓄えられる。このバッテリー5には、電動ウォータポンプ、エアコンディショナー用電動コンプレッサ、電動オイルポンプ、パワーステアリング用電動ポンプ等の補機類4が電氣的に接続されており、これらの装置に電力が供給される。

#### 【0029】

ところで、従来の排気系に燃料電池を有する内燃機関では、エンジンからの排気中に含まれる未燃燃料を燃料電池の発電用燃料として用いていた。従って、燃料電池が多くの発電用燃料を必要としている場合には、リッチ空燃比でエンジンを運転して未燃燃料を多く排出させる必要があった。

#### 【0030】

しかし、ディーゼルエンジンでは、通常リーン空燃比で運転されているため、排気中の酸素濃度が高く、必要電力を得ることが困難であった。一方、燃料電池に発電用の燃料を供給しようとして、通常運転時の空燃比よりも燃料を多くしたリッチ寄りの空燃比でエンジンを運転させると、トルク変動やエミッションの悪化を誘発することがあった。更に、エンジンの運転状態によっては、リッチ寄りの空燃比で運転することが困難な場合もあり、そのような場合には、必要となる電力を確保することができなかった。

#### 【0031】

その点、本実施の形態では、エンジン1の運転状態を変更することなく、前記燃料添加インジェクタ6から添加された燃料を発電用燃料としてSOF C 3に導

入することができる。また、エンジン 1 からの排気を S O F C 3 に導入することができるので、排気の温度による S O F C 3 の温度上昇を行うことができ、さらに、エンジン 1 からの排気の一部を発電用燃料として用いることもできる。

#### 【0032】

ここで、S O F C 3 に導入される発電用の燃料量は、燃料添加インジェクタ 6 から噴射される燃料量により調整することができる。即ち、本実施の形態では、燃料添加インジェクタ 6 を間欠的に開弁させ、このときの該燃料添加インジェクタ 6 の開弁時間及び閉弁時間を調整することにより排気通路 2 に供給する燃料量を調整している。即ち、開弁時間が長く、また、閉弁時間が短いほど S O F C 3 に供給される燃料量が多くなる。一方、開弁時間が短く、また、閉弁時間が長いほど S O F C 3 に供給される燃料量が少なくなる。

#### 【0033】

そして、S O F C 3 での目標発電量と、燃料添加インジェクタ 6 の開弁時間若しくは閉弁時間と、の関係を予めマップ化しておき、そのマップへ目標発電量を代入して燃料添加インジェクタ 6 の開弁時間若しくは閉弁時間を得るようにしても良い。このようにして、要求発電量を満たす発電を行うことが可能となる。

#### 【0034】

ここで、低負荷領域では、エンジン 1 からの排気による排気通路 2 の壁面温度の上昇が小さく、燃料添加インジェクタ 6 から添加された燃料の一部が排気通路 2 の壁面に付着することがある。このように排気通路 2 の壁面に燃料が付着してしまうと、S O F C 3 に供給される燃料が減少してしまい、安定した発電用燃料の供給が困難となる。

#### 【0035】

また、排気通路 2 の壁面に付着した燃料は、その後にエンジン回転数が高くなったり、緩やかに加速したりするときには、白煙となって大気中へ放出されることがある。

#### 【0036】

その点、本実施の形態では、熱交換器 20 により温度上昇された空気を燃料添加インジェクタ 6 より上流の排気通路 2 へ供給することにより、排気通路 2 の壁

面温度を上昇させ、該壁面に付着した燃料の蒸発を促進させることができる。従って、低負荷時であっても S O F C 3 へ安定して発電用燃料を供給することができる。

#### 【0037】

尚、本実施の形態においては、S O F C 3 よりも下流の排気通路 2 に取り付けられた空燃比センサ 10 の出力信号に基づいて、発電用燃料の量、即ち、燃料添加インジェクタ 6 の開弁時間及び閉弁時間をフィードバック制御しても良い。即ち、空燃比センサ 10 の出力信号が、目標となる空燃比よりも高い場合には、燃料添加インジェクタ 6 の開弁時間を長くし若しくは閉弁時間を短くする。一方、目標となる空燃比よりも低い場合には、燃料添加インジェクタ 6 の開弁時間を短くし、若しくは閉弁時間を長くする。

#### 【0038】

また、本実施の形態においては、燃料添加インジェクタ 6 と S O F C 3 との間の排気通路 2 に酸化触媒 17 を備えていても良い。

#### 【0039】

図 2 は、燃料添加インジェクタ 6 と S O F C 3 との間の排気通路 2 に酸化触媒 17 を備えた場合の、エンジン 1 とその排気系の概略構成を示す図である。

#### 【0040】

燃料添加インジェクタ 6 から酸化触媒 17 に燃料を供給することにより、この燃料が酸化触媒 17 で反応し、反応熱を発生させる。この熱により、排気の温度は上昇し、該排気が流入する S O F C 3 の温度が上昇される。これにより、S O F C 3 の温度が低い場合であっても、速やかに温度を上昇させることができる。また、酸化触媒 17 により燃料の一部が改質され、この改質された燃料を S O F C 3 に供給することができる。この改質された燃料は、燃料極 3 a において反応し易いため、発電効率を向上させることができる。更には、酸化触媒 17 において酸素が反応するため、排気中の酸素濃度を減少させ、S O F C 3 の発電効率を向上させることができる。

#### 【0041】

ここで、本発明においては、燃料添加インジェクタ 6 から液状の燃料が供給さ

れるため、ガス状の発電用燃料を供給する場合と比較して、酸化触媒 17 での反応性が劣る。従って、酸化触媒 17 で反応せずに通過する燃料が多い。そのため、酸化触媒 17 において反応しなかった燃料を SOFC 3 に供給することができる。

#### 【0042】

尚、酸化触媒 17 の温度を早期に温度上昇させるために、該酸化触媒 17 は、小型のものを採用するのが好適である。

#### 【0043】

また、本実施の形態では、図 2 に示すように、SOFC 3 よりも下流の排気通路 2 に酸化触媒 18 を備えていても良い。ここで、空燃比センサ 10 が排気通路 2 に取り付けられている場合には、酸化触媒 18 において排気の中の成分が変わりセンサ出力に影響するため、空燃比センサ 10 の下流に酸化触媒 18 を備える。また、熱交換器 20 よりも上流側で且つ迂回通路 21 が排気通路 2 に接続される接続部よりも上流側に酸化触媒 18 を備える。これにより、酸化触媒 18 で温度上昇した排気を熱交換器 20 に導入することができ、空気の温度をより高くすることができる。

#### 【0044】

ここで、SOFC 3 は、供給された発電用燃料の全てが反応するとは限らず、該 SOFC 3 で反応しないまま通過してしまう燃料もある。この燃料が大気中へ放出されてしまうと、エミッション性能が悪化することになる。その点、本実施の形態では、SOFC 3 の下流に酸化触媒 18 を備えることにより、SOFC 3 で反応しないまま排出された発電用燃料を酸化させ浄化することができる。

#### 【0045】

また、酸化触媒 18 は、SOFC 3 の下流に備えられているので、該 SOFC 3 からの熱により高い温度に維持され、安定した排気浄化を行うことができる。

#### 【0046】

尚、酸化触媒 17、18 は、酸化能を有する触媒であれば良く、例えば、三元触媒や吸蔵還元型 NO<sub>x</sub>触媒であっても良い。

#### 【0047】

また、本実施の形態においては、熱交換器 20 において温度上昇された空気を燃料添加インジェクタ 6 よりも上流へ供給しているが、これに代えて、S O F C 3 より下流の排気通路 2 を流通する排気を、燃料添加インジェクタ 6 よりも上流の排気通路 2 へ供給するようにしても良い。熱交換器 20 を介して供給される空気よりも高い温度の排気を供給することができ、燃料の蒸発をより促進させることができる。

#### 【0048】

以上説明したように、本実施の形態によれば、エンジン 1 の運転状態によらず S O F C 3 に燃料を供給することができる。また、熱交換器 20 により温度上昇された空気を排気通路 2 へ供給することができ、排気通路 2 内の排気の温度や該排気通路 2 の壁面の温度を上昇させることができる。これにより、排気中の燃料や排気通路 2 の壁面に付着した燃料の蒸発を促進することができる。従って、S O F C 3 に安定して燃料を供給することができ、また、白煙の発生を抑制することができる。

#### 【0049】

##### <第 2 の実施の形態>

本実施の形態では、第 1 の実施の形態と比較して、S O F C 3 の燃料極 3 a から排出される排気を該燃料極 3 a より上流の排気中へ燃料として循環させている点で相違する。なお、本実施の形態においては、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成については、第 1 の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

#### 【0050】

図 3 は、本実施の形態によるエンジン 1 とその排気系の概略構成を示す図である。

#### 【0051】

S O F C 3 より下流の排気通路 2 には、排気循環通路 30 の一端が接続されている。排気循環通路 30 の他端は、S O F C 3 より上流の排気通路 2 に接続されている。排気循環通路 30 の途中には、S O F C 3 より下流から S O F C 3 より上流へ向かって排気を吐出する循環ポンプ 31 が備えられている。



## 【0052】

尚、S O F C 3 の下流に酸化触媒 1 8 が備えられている場合には、S O F C 3 と該酸化触媒 1 8 との間に排気循環通路 3 0 の一端を接続する。また、S O F C 3 の上流に酸化触媒 1 7 が備えられている場合には、S O F C 3 と該酸化触媒 1 7 との間に排気循環通路 3 0 の他端を接続する。このようにして、循環させる排気中に含まれる燃料成分が触媒で反応して減少してしまうことを抑制できる。

## 【0053】

ここで、前記したように、燃料極 3 a からの排気中には、C O<sub>2</sub> 及び H<sub>2</sub>O が含まれている。この C O<sub>2</sub> 及び H<sub>2</sub>O は燃料極 3 a へ流入すると、高温のために C O 及び H<sub>2</sub> に改質される。これら C O 及び H<sub>2</sub> は、発電用燃料として作用する。従って、S O F C 3 より下流の排気通路 2 を流通する排気の一部を S O F C 3 より上流の排気通路 2 に戻すことにより、S O F C 3 へ発電用燃料を供給することが可能となる。

## 【0054】

このようにして、発電用燃料を補うことが可能となり、燃料添加インジェクタ 6 から添加する燃料量を減少させることができ、以て燃費を向上させることができる。また、温度の高い排気を S O F C 3 より上流の排気通路 2 へ供給することができ、排気通路 2 内の排気の温度や該排気通路 2 の壁面の温度を上昇させることができる。これにより、排気中の燃料や排気通路 2 の壁面に付着した燃料の蒸発を促進することができる。従って、S O F C 3 に安定して燃料を供給することができ、また、白煙の発生を抑制することができる。

## 【0055】

## &lt; 第 3 の実施の形態 &gt;

本実施の形態では、第 1 の実施の形態と比較して、S O F C 3 の燃料極 3 a からの排気を燃料と共に燃料添加インジェクタ 6 から排気通路 2 内へ添加する点で相違する。また、燃料添加インジェクタ 6 よりも下流で且つ S O F C 3 よりも上流に水素生成触媒 1 7 a を備えている点で相違する。なお、本実施の形態においては、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成については、第 1 の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

**【0056】**

図4は、本実施の形態によるエンジン1とその排気系の概略構成を示す図である。

**【0057】**

S O F C 3より下流の排気通路2には、排気循環通路40の一端が接続されている。排気循環通路40の他端は、燃料供給通路8の途中に接続されている。そして、排気循環通路40の途中には、S O F C 3より下流から燃料供給通路8へ向かって排気を吐出する循環ポンプ41が備えられている。

**【0058】**

また、燃料添加インジェクタ6よりも下流で且つS O F C 3よりも上流の排気通路2に水素生成触媒17aを備えている。この水素生成触媒17aは、 $H_2O$ から $H_2$ を生成する触媒である。

**【0059】**

尚、S O F C 3よりも下流に酸化触媒が備えられている場合には、S O F C 3と該酸化触媒との間に排気循環通路30の一端を接続する。

**【0060】**

ここで、前記したように、燃料極3aからの排気中には、 $H_2O$ が含まれている。この $H_2O$ を水素生成触媒17aに供給すると、該水素生成触媒17aで $H_2$ が生成される。この $H_2$ は、下流のS O F C 3に流入し発電用燃料として作用する。従って、S O F C 3より下流の排気通路2を流通する排気の一部を水素生成触媒17aより上流の排気通路2に戻すことにより、S O F C 3へ発電用燃料を供給することが可能となる。

**【0061】**

このようにして、発電用燃料を補うことが可能となり、燃料添加インジェクタ6から添加する燃料量を減少させることができ、以て燃費を向上させることができる。

**【0062】**

また、燃料添加インジェクタ6から高温の排気と共に燃料が添加されるので、添加された燃料の蒸発が促進され、S O F C 3での反応を良好なものとするこ

ができる。

### 【0 0 6 3】

#### 【発明の効果】

本発明に係る排気系に燃料電池を有する内燃機関では、内燃機関の運転状態によらず、燃料電池に発電用燃料を供給することができる。また、燃料電池に供給する発電用燃料の量を内燃機関の運転状態によらず増減させることができ、要求発電量に応じた量の燃料を供給することができる。更に、高温の空気を排気通路に循環させて該排気通路の壁面温度を上昇させ、発電用燃料の蒸発を促進させることができる。これにより、燃料電池に安定して燃料を供給することができると共に、効率的な発電が可能となる。また、燃料電池より下流の排気を燃料電池上流に供給することにより、燃料添加インジェクタから添加する燃料を減少させることができ、以て燃費の悪化を抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態によるエンジンとその排気系の概略構成を示す図である。

【図 2】 燃料添加インジェクタと S O F C との間の排気通路に酸化触媒を備えた場合の、エンジンとその排気系の概略構成を示す図である。

【図 3】 第 2 の実施の形態によるエンジンとその排気系の概略構成を示す図である。

【図 4】 第 3 の実施の形態によるエンジンとその排気系の概略構成を示す図である。

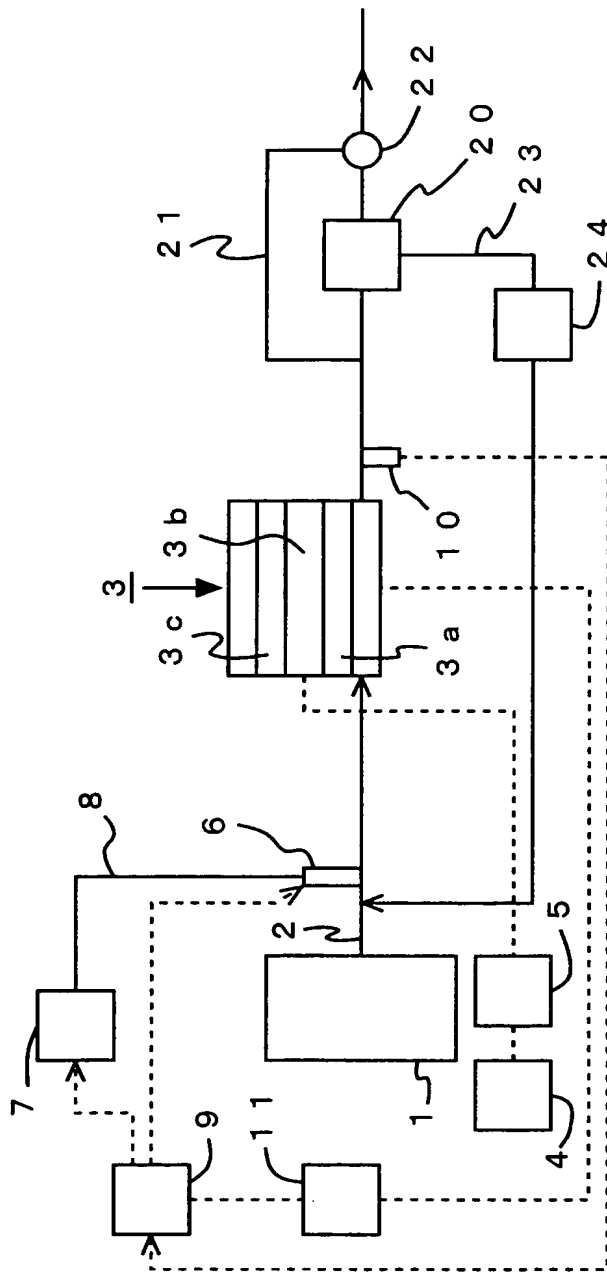
#### 【符号の説明】

- 1 エンジン
- 2 排気通路
- 3 燃料電池 (S O F C)
- 3 a 燃料極
- 3 b 電解質
- 3 c 空気極
- 4 補機類

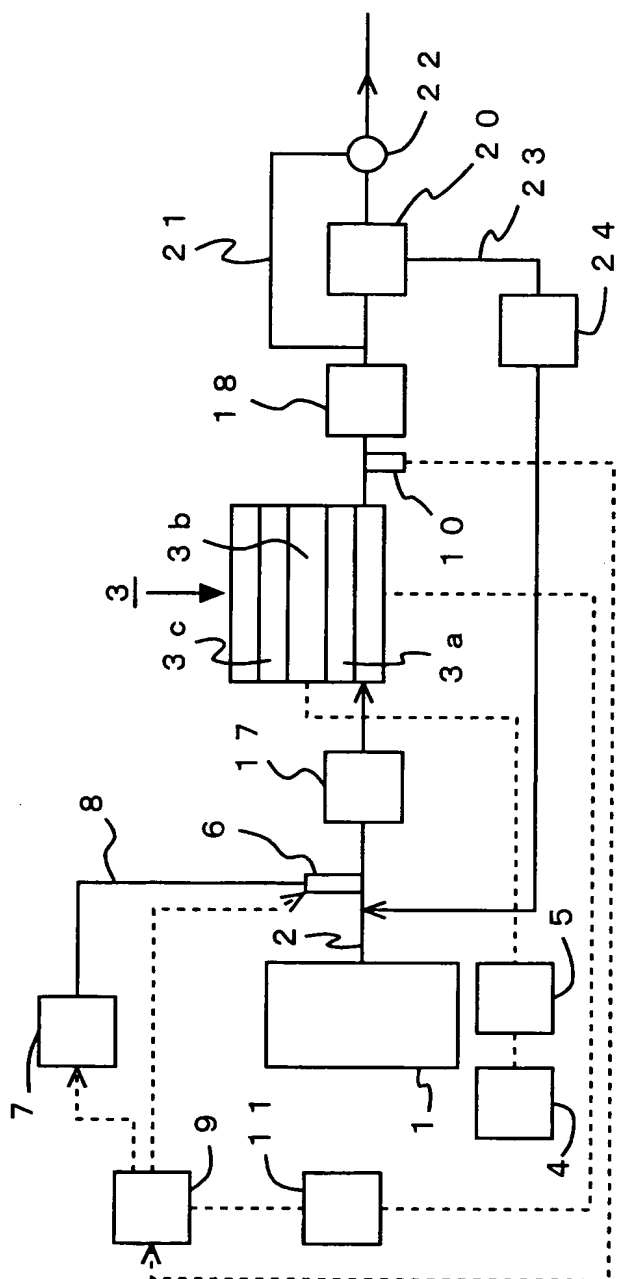
- 5 バッテリ
- 6 燃料添加インジェクタ
- 7 燃料ポンプ
- 8 燃料供給通路
- 9 E C U
- 1 0 空燃比センサ
- 1 1 F C 用 E C U
- 1 7 酸化触媒
- 1 7 a 水素生成触媒
- 1 8 酸化触媒
- 2 0 熱交換器
- 2 1 迂回通路
- 2 2 三方弁
- 2 3 空気供給通路
- 2 4 空気ポンプ
- 3 0 排気循環通路
- 3 1 循環ポンプ
- 4 0 排気循環通路
- 4 1 循環ポンプ

【書類名】 図面

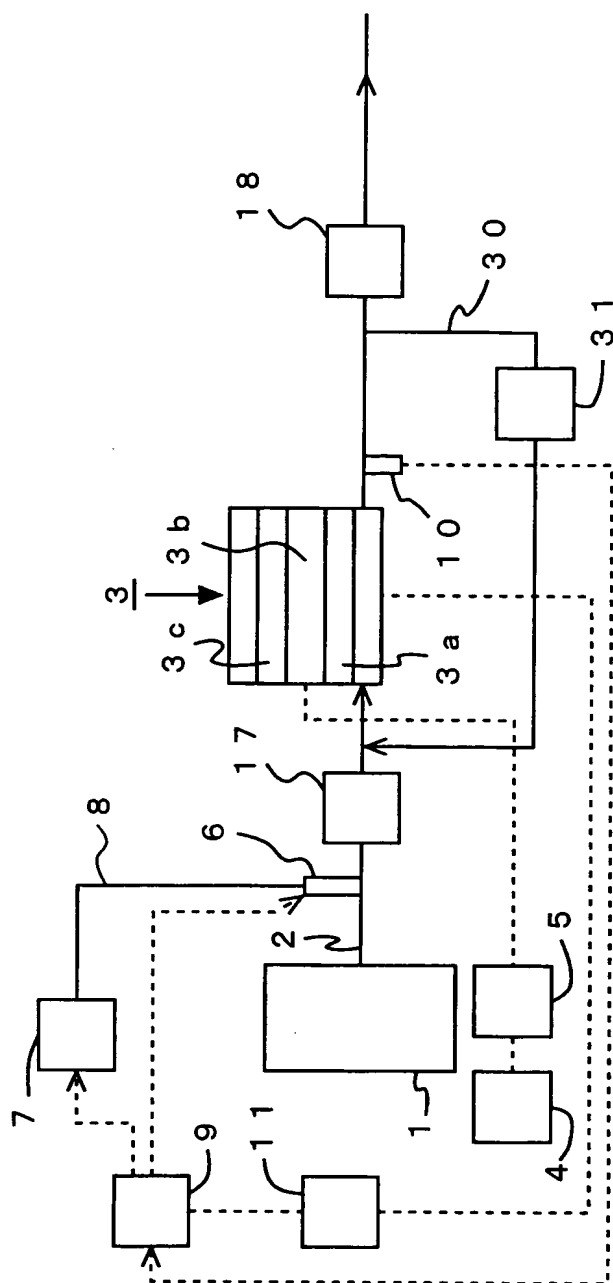
【図 1】



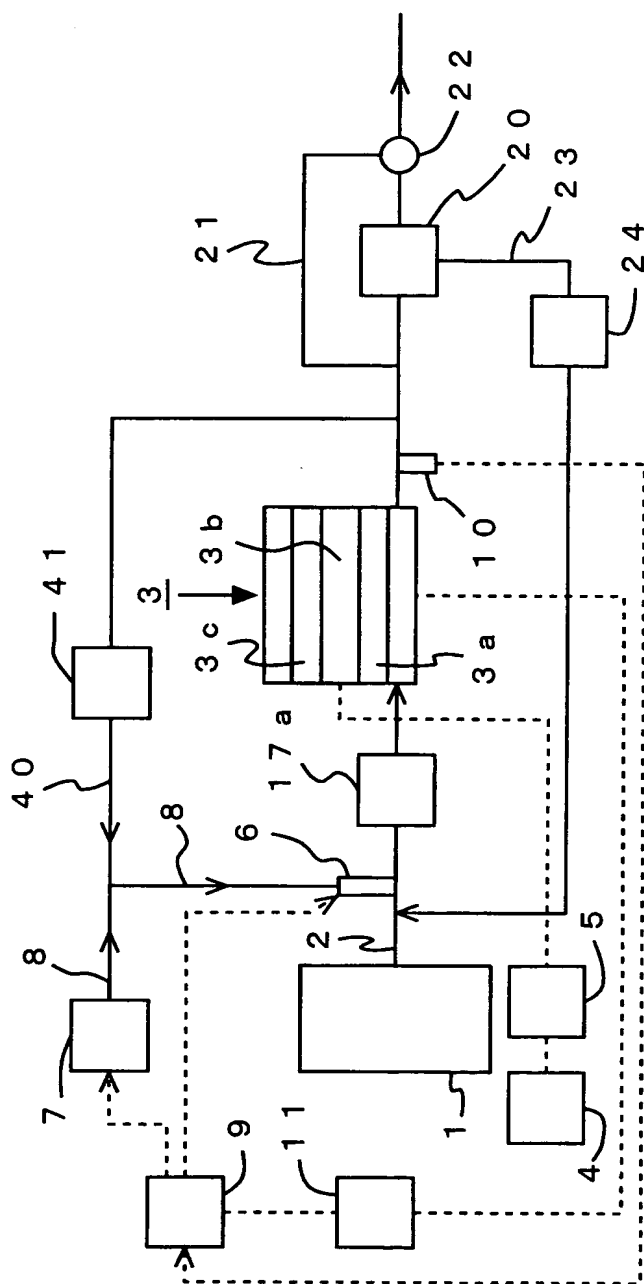
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 排気系に燃料電池を有する内燃機関において、内燃機関の運転条件によらず燃料電池に発電用燃料を供給することができる技術を提供する。

【解決手段】 内燃機関 1 の排気通路 2 に接続された燃料電池 3 と、内燃機関 1 下流で且つ燃料電池 3 上流へ発電用液状燃料を供給する燃料添加インジェクタ 6 と、燃料添加インジェクタ 6 による燃料の供給量を制御する供給量制御装置 9 と、燃料電池下流で空気と排気との熱交換を行う熱交換器 2 0 と、熱交換器 2 0 において熱交換が行われた空気を内燃機関 1 より下流且つ燃料電池 3 より上流へ供給する空気供給通路 2 3 及びポンプ 2 4 と、を備えた。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 4 2 1 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社